

## 토머스 쿤, 『과학혁명의 구조』, 12장 “혁명의 해결” 중에서 발췌

과학자들은 어떻게 이러한 패러다임 전환을 겪게 되는 것일까? 그 대답의 일부는 그들은 대개 그러한 전환을 겪지 않는다는 것이다. 코페르니쿠스 이론은 그가 죽은 지 거의 한 세기가 지나도록 소수의 전향자밖에 얻지 못했다. 뉴턴의 연구는 『프린키피아』의 출간 이후 반세기가 넘도록, 특히 대륙에서는 일반적으로 수용되지 못했다. 프리스틀리는 산소 이론을 전혀 받아들이지 않았고, 켈빈 경 역시 전자기 이론을 인정하지 않았으며, 이밖에도 그런 예는 계속된다. 개종의 어려움은 과학자들 자신에 의해서도 자주 주목을 받아왔다. 다윈은 그의 『종의 기원』의 마지막 부분의, 유난히 깊은 통찰력이 드러나는 구절에서 이렇게 적었다. “나는 이 책에서 제시된 견해들이 진리임을 확신하지만, ... 오랜 세월 동안 나의 견해와 정반대의 관점에서 보아왔던 다수의 사실들로 머리 속이 꽉 채워진 유능한 자연과학자들이 이것을 믿어주리라고는 전혀 기대하지 않는다. ... 그러나 나는 확신을 가지고 미래를 바라본다. — 편견 없이 이 문제의 양면을 모두 볼 수 있을 젊은 신진 자연과학자들에게 기대를 건다.” 그리고 플랑크는 그의 『과학적 자서전』에서 자신의 생애를 돌아보면서, 서글프게 다음과 같이 술회하고 있다. “새로운 과학적 진리는 그 반대자들을 납득시키고 그들을 이해시킴으로써 승리를 거두기보다는, 오히려 그 반대자들이 결국에 가서 죽고 그것에 익숙한 새로운 세대가 성장하기 때문에 승리하게 되는 것이다.”

... 과거에는 그런 사실들이 과학자들도 단지 인간에 불과하기에 명백한 증거가 있음에도 불구하고 자신의 잘못을 인정하지 않았음을 보여주는 것으로 흔히 간주되었다. ... [그러나] 정상과학의 옛 전통을 신봉하는 이들이 일생에 걸쳐서 벌이는 저항은 과학적 기준의 위반이 아니라 과학적 연구의 성격 자체에 대한 지표가 된다. 저항의 근원은 결국 옛 패러다임이 모든 문제를 풀어주리라는 확신, 즉 자연이 패러다임에 의해서 제공되는 틀 속으로 [결국에는] 맞춰질 것이라는 확신에 있다. 사실상 때때로 그렇게 되듯이, 혁명기에는 그런 확신이 지나치게 고집스러운 것으로 여겨질 것이다. 그러나 그 확신은 그 이상의 것을 의미하기도 한다. 바로 그 확신은 정상과학 또는 퍼즐 풀이의 과학을 가능하게 하는 것이다. ...

그러나 그러한 저항이 불가피하고 정당한 것이라고 말하고, 패러다임의 변화가 증명에 의해서 정당화될 수 없다고 말하는 것은 어떤 논증도 무관하다거나 또는 과학자들이 그들의 정신을 바꾸도록 설득될 수 없다는 것을 의미하지는 않는다. 때로는 변화를 일으키는 데에 한 세대가 걸리기도 하지만, 과학자 사회는 계속하여 새로운 패러다임들로 계속 전향해 왔다. [이러한 전향에는 여러 가지 논증이 필요했다.] ...

새로운 패러다임의 지지자들이 내세우는 가장 유력한 논증은 그들이 옛 패러다임을 위기로 이끌고 간 문제들을 해결할 수 있다는 점일 것이다. ... 이런 종류의 주장들은 새로운 패러다임이 옛 경쟁 상대보다 훨씬 우월한 양적 정확성을 나타내는 경우에 특히 성공할 확률이 크다. 케플러의 루돌핀 천문표가 프톨레마이오스 이론의 예측 결과보다 모든 면에서 수학적으로 우월하다는 점은 천문학자들이 코페르니쿠스 이론으로 개종하는 데 있어 주된 요인이었다. ... 그러나 위기를 야기시키는 문제들을 해결했다는 주장은 그 자체로서는 그다지 충분한 것이 될 수 없다. 게다가 그것은 언제나 떳떳하게 주장될 수 있는 것도 아니다. 사실상 코페르니쿠스의 이론은 프톨레마이오스의 이론에 비해서 더 정확할 것도 없었고, 직접적으로 달력의 개정에 기여하지도 못했다. ... [그러나] 만일 새로운 패러다임이 옛 패러다임 하에서는 전혀 생각되지 않았던 현상들을 예측할 수 있게 해주는 경우, 그것은 특히 강한 설득력을 제공하곤 한다. 예컨대 코페르니쿠스 이론은 행성들이 지구와 유사하고, 금성이 위상을 나타내며, 우주는 이전에 생각했던 것보다 훨씬 광활하다는 것을 시사했다. 그 결과, 그의 죽음 이후 60년이 지나서 돌연 망원경을 통하여 달의 산들과 금성의 위상 현상 그리고 전에는 예측하지도 못했던 무수한 별들이 나타났으며, 그러한 관측 사실들은 새 이론으로 많은 전향자들—특히 비천문학자들—을 끌어들이게 만들었다. ...

이제까지 논의된 ... 논증들은 경쟁 패러다임과의 문제 해결 능력 차이에 의존한 것이었다. 과학자들에게 이러한 논증들은 일반적으로 가장 의미 있고 설득력 있는 것들이다. ... 그러나 ... 그것들은 개별적으로 총괄적으로나 강제성을 띠지는 못한다. 다행히도 과학자들로 하여금 옛 패러다임을 버리고 새 것을 받아들이도록 유도하는 또 다른 종류의 사고 방식이 존재한다. 이것들은 완전히 명시적으로 이루어지는 경우

는 드물지만, 적절한 것이나 심미적인 것에 대한 개인의 감각에 호소하는 논증들이다. 예를 들어, 새로운 이론은 옛 것에 비해서 “보다 간결하고”, “보다 적합하고”, “보다 단순하다”고 이야기된다. 아마도 이런 논증들은 수학에서보다 과학에서는 덜 효과적일 것이다. ... 그럼에도 불구하고 심미적 고찰의 중요성이 때때로 결정적으로 작용하는 수가 있다. 그러한 심미적 요소를 통해서 새로운 이론으로 이끌리는 과학자의 수는 소수이기는 하지만, 패러다임의 궁극적 승리는 바로 그 소수에 의존할 수가 있다. 만일 그들이 그 패러다임을 지극히 개인적인 이유로 선택하지 않았더라면, 새로운 패러다임은 과학자 사회 전체를 이끌 만큼 충분히 전개될 수가 없었을 것이다.

이처럼 보다 주관적이고 심미적인 고찰의 중요성에 대한 이유를 이해하기 위해서는 패러다임 사이의 논쟁이 무엇에 관한 것인가를 기억할 필요가 있다. 새로운 패러다임 후보가 최초로 제안될 때, 이는 그것이 맞닥뜨릴 문제들 가운데 소수만을 풀어낼 수 있을 뿐이며, 대부분의 그런 풀이들도 아직은 매우 미흡한 상태이다. 케플러의 출현이 있기까지, 코페르니쿠스 이론은 프톨레마이오스에 의해서 작성된 행성 위치에 대한 예측을 거의 개량시키지 못했다. ... 통상적으로 명백히 결정적인 증거들이 나타나는 것은 새 패러다임이 전개되고 수용되고 탐사되고서도 훨씬 지나서의 일이다. ...

[따라서 혁명이 종식되기 전까지] 보통 새로운 패러다임의 반대자들은 위기에 처한 영역에서조차도 새 패러다임이 옛 패러다임보다 거의 우월한 점이 없다고 당당히 주장할 수 있다. 물론 새로운 패러다임은 어떤 문제들을 더 잘 다루기도 하고 몇몇 새로운 법칙들을 밝혀놓기도 한다. 그러나 옛 패러다임도 이전의 다른 도전들에 대응했듯이 새로운 도전에 잘 대응할 것이라 믿는 것이 가능하다. 티코 브라헤에 의해 살짝 수정된 지구중심의 천문학 체계는 ... 상당히 성공적인 것이었다. 더욱이 전통적 이론의 옹호자들은 거의 어김없이 새로운 경쟁 패러다임으로는 풀지 못하지만 그들의 관점으로는 전혀 무리가 없는 문제들을 선별할 수 있다. ... 코페르니쿠스는 고대로부터 내려온 지상계 운동에 대한 전통적인 이론을 대안도 없이 폐기해 버렸다. ... 요컨대 새로운 패러다임 후보가 처음부터 상대적인 문제 해결 능력만을 검토했던 완고한 사람들에게 의해서 심판을 받아야 했다면, 과학은 극소수의 혁명만을 경험하게 되었을 것이다. ...

[게다가 패러다임 사이의] 논쟁들은 상대적인 문제 해결 능력에 관한 것만이 아니다. 그보다 논의의 핵심은 어떤 경쟁 패러다임도 완전히 풀었다고 주장하지 못하는 다수의 문제들에 대해서 과연 어느 패러다임이 장차 연구의 지침이 될 것인가에 있다. 과학을 수행하는 대안적 방식들 사이에서 결정을 내리는 것이 필요하고, 그런 상황에서의 결정은 과거의 업적보다는 미래의 가능성에 근거되어야 한다. 초기 단계에서 새로운 패러다임을 받아들이는 사람은 문제 해결에 의해서 제공되는 증거 없이 그것을 받아들여야 하는 경우가 흔히 생긴다. 즉 그는 옛 패러다임이 소수의 문제를 다루는 데에 실패했다는 것만을 아는 상태에서, 새 패러다임이 당면한 다수의 주요 문제들에 성공적일 것이라는 [즉 그 제안이 올바른 궤도에 올라 있다는] 믿음을 가져야 한다. ... 그렇게 할 수 있는 것은 개인적이고 불분명한 심미적인 고려뿐일 때가 종종 있다. 사람들은 때로 대부분의 명확한 논증이 반대 방향을 가리키고 있을 때에 그런 고려만으로 믿음을 바꾸어 왔다. 코페르니쿠스의 천문학 이론도 드브로이의 물질 이론도 처음 제안되었을 때에는 충분한 논거를 갖추지 못했었다. ...

그렇다고 해서 새로운 패러다임이 궁극적으로 어떤 신비적인 심미주의를 통해서 성공을 거둔다고 주장하는 것은 아니다. 오히려 그런 이유만으로 하나의 과학 전통을 폐기하는 과학자는 매우 드물다. 그런 [극단적] 태도의 사람들은 잘못 판단했던 것으로 판명되는 일이 잦다. 그러나 하나의 패러다임이 승리를 거두려면 초기에 우선 몇몇 지지자들이 나타나야 하는데, 이들은 확고한 논증이 이루어지고 증식될 수 있을 정도까지 그 패러다임을 발전시켜야 한다. 그런데 그러한 논증들조차도 그 당시에는 개별적으로는 결정적인 것이 될 수 없다. 과학자들은 이성적인 사람들인 까닭에, 여러 가지의 논증을 거쳐가면서 결국 많은 과학자가 설득될 것이다. 그러나 그들 모두를 설득할 수 있거나 설득시킬 수밖에 없는 단일한 논증은 존재하지 않는다. 실제로 일어나는 일은 한 그룹의 전면적인 개종이라기보다는 전문 분야 내에서의 신념의 분포가 점차 확산되는 것이다.(끝)